

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **11-073621**  
 (43)Date of publication of application : **16.03.1999**

(51)Int.CI.

**G11B 5/66**(21)Application number : **10-178292**(71)Applicant : **INTERNATL BUSINESS MACH CORP  
<IBM>**(22)Date of filing : **25.06.1998**(72)Inventor : **BIAN XIAOPING  
DOERNER MARY FRANCES  
MIRZAMAANI MOHAMMAD TAGHI**

(30)Priority

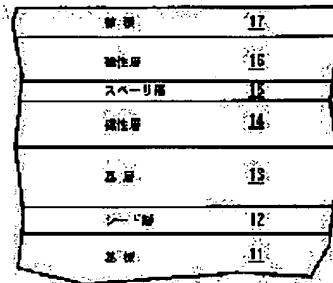
Priority number : **97 892724** Priority date : **15.07.1997** Priority country : **US**

## **(54) LAMINATED THIN FILM DISK FOR LONGITUDINAL RECORDING**

### **(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a multilayered magnetic layer exhibiting single switching operation with a smooth hysteresis loop by depositing a multilayered magnetic layer of two or more layers with crystalline orientation PO[1010] with min. changes in the coercive force Hc of each magnetic layer.

**SOLUTION:** A seed layer 12 having B2 structural material, a nonmagnetic base layer 13 such as chromium and chromium alloy, a magnetic layer 14, a spacer layer 15, a magnetic layer 16 and a coating film 17 are sequentially deposited on a substrate 11. The seed layer 12 and the base layer 13 are required to enhance PO[1010] in the magnetic layers 14, 16. The magnetic layers 14, 16 consist of a cobalt alloy containing platinum and chromium and contain additional elements such as tantalum and boron, and for example, CoPtCrTa or CoPtCrB. Thereby, the two-layer multilayered magnetic film comprising the magnetic layers 14, 16 does not exhibit a two-mode switching effect, so that irregularity in the hysteresis loop can be prevented.



### **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] **12.07.1999**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

- [Claim 1] The thin film magnetic disk containing a substrate, the non-ferromagnetism seed layer made to adhere on a substrate, the non-ferromagnetism substratum made to adhere on a seed layer, the 1st ferromagnetic layer which has [1010] preferred orientations, a non-ferromagnetism spacer layer, and the 2nd ferromagnetic layer which has [1010] preferred orientations.
- [Claim 2] The disk according to claim 1 with which a substratum has [112] preferred orientations.
- [Claim 3] The disk according to claim 1 with which a spacer layer has [112] or [1010] preferred orientations.
- [Claim 4] The disk according to claim 1 with which a substratum has [112] preferred orientations and a spacer layer has [112] or [1010] preferred orientations.
- [Claim 5] The disk according to claim 1 with which a seed layer contains the material which has B-2 structure.
- [Claim 6] The disk according to claim 1 with which a seed layer contains NiAl.
- [Claim 7] The disk according to claim 1 with which a seed layer contains FeAl.
- [Claim 8] The disk according to claim 1 with which a spacer layer has rppo structure including cobalt, chromium, a ruthenium, an osmium, or a rhenium.
- [Claim 9] The disk according to claim 1 with which only less than 100 Oes of the coercivity of the 1st ferromagnetic layer and the 2nd ferromagnetic layer are different.
- [Claim 10] The disk according to claim 1 with which a disk contains [ a seed layer / including NiAl / a substratum / the 1st ferromagnetic layer / a spacer layer / the 2nd ferromagnetic layer ] an enveloping layer further including a cobalt alloy including chromium, a ruthenium, an osmium, rheniums, or these alloys including a cobalt alloy including the alloy of chromium or chromium.
- [Claim 11] The disk according to claim 10 whose spacer layer thickness a seed layer thickness is for 2nm and 50nm, the thickness of a substratum is for 10nm and 80nm, the 1st ferromagnetic layer thickness is for 5nm and 50nm, and is 1 or 20nm.
- [Claim 12] The disk according to claim 10 whose cobalt alloy of the 1st and 2nd ferromagnetic layers is CoPtCrTa, CoPtCrB, or CoPtCr.
- [Claim 13] The disk drive containing the thin film magnetic disk containing the 2nd ferromagnetic layer which has the 1st ferromagnetic layer which has the motor made to rotate a spindle, the non-ferromagnetism seed layer which is combined with a spindle and made to adhere on a substrate, the non-ferromagnetism substratum made to adhere on a seed layer, and [1010] preferred orientations, a non-ferromagnetism spacer layer, and [1010] preferred orientations, and the actuator assembly containing the head which writes in a magnetic information on a disk when rotating.
- [Claim 14] The disk drive according to claim 13 in which a substratum has [112] preferred orientations, the 1st ferromagnetic layer has [1010] preferred orientations, and a spacer layer has [112] or [1010] preferred orientations.
- [Claim 15] The disk drive according to claim 13 in which a seed layer contains the material which has B-2 structure.
- [Claim 16] The disk drive according to claim 13 in which a seed layer contains NiAl.
- [Claim 17] The disk drive according to claim 13 in which a seed layer contains FeAl.
- [Claim 18] The disk drive according to claim 13 in which a spacer layer has rppo structure including cobalt, chromium, a ruthenium, an osmium, or a rhenium.
- [Claim 19] The disk drive according to claim 13 from which the coercivity of the 1st ferromagnetic layer and the 2nd ferromagnetic layer is [ 100 Oes ] different.
- [Claim 20] The disk drive according to claim 13 in which a magnetic disk contains [ a seed layer / including NiAl / a substratum / the 1st ferromagnetic layer / a spacer layer / the 2nd ferromagnetic layer ] an enveloping layer further including a cobalt alloy including chromium, a ruthenium, an osmium, rheniums, or these alloys including a cobalt alloy including the alloy of chromium or chromium.
- [Claim 21] The disk drive according to claim 13 whose spacer layer thickness a seed layer thickness is for 2nm and 50nm, the thickness of a substratum is for 10nm and 80nm, the 1st ferromagnetic layer thickness is for 5nm and 50nm, and is 1 or 20nm.
- [Claim 22] The disk drive according to claim 21 whose cobalt alloy of the 1st and 2nd ferromagnetic layers is CoPtCrTa, CoPtCrB, or CoPtCr.
- [Claim 23] The manufacture technique of the thin film disk containing the step which carries out sputtering of the seed layer on a substrate, the step which carries out sputtering of the substratum on a seed layer, the step which carries out sputtering of the 1st ferromagnetic layer which has [1010] preferred orientations on a substratum, the step which carries out sputtering of the spacer layer on the 1st ferromagnetic layer, and the step which carries out sputtering of the 2nd ferromagnetic layer which has [1010]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

preferred orientations.

[Claim 24] Technique according to claim 23 a seed layer is the material which has B-2 structure.

[Claim 25] The technique according to claim 23 of being the material whose seed layer is NiAl, FeAl, or NiCr.

[Claim 26] Technique according to claim 23 a seed layer is the material which is NiAl, a substratum is Cr or Cr alloy, and the 1st and 2nd ferromagnetic layers are cobalt alloys.

[Claim 27] Technique according to claim 23 a substratum has the preferred orientation of [112].

[Claim 28] Technique according to claim 23 a spacer layer has the preferred orientation of [112] or [1010].

---

[Translation done.]

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*

\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the field of data storage, such as a disk drive which has a thin film magnetic disk. Specifically, this invention relates to the thin film magnetic disk which has two or more magnetic layers.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally the magnetic-recording disk in the conventional drive assembly consists of a substrate, the substratum which consists of the thin film of chromium (Cr) or Cr alloy, the magnetic-alloy layer of the cobalt base made to adhere on a substratum, and the protective-covering layer on a magnetic layer. Various disk substrates, such as NiP covering AlMg, glass, glass ceramics, and glass carbon, have been used. The microstructure parameter of a magnetic layer, i.e., a crystal preferred orientation, (PO), a grain size number, and the magnetic exchange decoupling between grain play an important role in a control of the recording characteristic of a disk. Cr substratum is used in order to mainly control microstructure parameters, such as PO of the magnetic alloy of the cobalt base, and a grain size number. The exclusive orientation as which various POs of a material which form a layer on a disk are not necessarily regarded by the material is not restricted, but is only orientation only main. If Cr substratum is made to adhere at an elevated temperature on AlMg substrate by which NiP covering was carried out, [100] preferred orientations (PO) will usually be formed. This PO promotes epitaxial growth of [1120] cobalt [ hcp ] (Co) alloy of PO, and its magnetic performance in a disk flat surface improves by it. [1120] As for PO, the (1120) flat surface points out the layer of almost parallel ripples structure to a membranous front face. Similarly, as for [1010] PO, the (1010) flat surface points out the layer of almost parallel ripples structure to a membranous front face. Since nucleation and growth of Cr on glass and almost all nonmetallic substrates or Cr alloy substratum differ from those nucleation and growth on a NiP covering AlMg substrate sharply, as compared with the medium formed on the NiP covering AlMg substrate, a noise becomes large in many cases under the adhesion condition that the medium manufactured on the glass substrate is the same. This sake needs to use an initial layer (it is called a seed layer) on a substrate. In order to control the nucleation of a substratum, and growth, a seed layer is formed between an alternative substrate and a substratum, and a substratum affects a magnetic layer further. Some materials, such as aluminum, Cr, CrNi and Ti on glass and a non-noble-metals substrate, nickel3P, and MgO, Ta, C, W, Zr, AlN, NiAl, are proposed as a seed layer. for example, "Seed Layer induced (002) crystallographic texture in NiAl underlayers", such as Lee (Lee), -- J.Appl and Phys. -- 79 (8), April 15, 1996, and p.4902ff -- reference By the single magnetic layer disk, after rough phosphorus (Laughlin) etc. uses NiAl seed layer, it is writing about the technique of using Cr substratum and CoCrPt magnetic layer with a thickness of 2.5nm. NiAl seed layer which has Cr substratum was called what incorporates [1010] textures in a magnetic layer. ("The Control and Characterization of the Crystallographic Textureof Longitudinal Thin Film Recording Media" IEEE Trans.Magnetic.32(5), September, 1996, and 3632).

[0003] The enhancement in the signal-to-noise ratio (SNR) of a thin film disk media is still one of the big technical problems in high-density record technique. In order to reduce a medium noise, various techniques, such as selection of a low noise alloy, a suitable design of a substratum, adjustment of an adhesion parameter, and lamination of a magnetic layer, has been proposed. A laminating disk has a magnetic layer more than two-layer [ which was separated in the spacer layer ]. For example, \*\*\*\*\* (Ahlert) etc. has indicated the laminating disk which has an AlMg/NiP substrate and the layer of CoPtX alloy of six layers or CoNiX alloy separated by Cr, CrV, and Mo layer by the U.S. patent of No. 5051288 by which common transfer was carried out.

[0004] Although it is known that lamination of the magnetic layer of a thin film disk will reduce a medium noise, since the coercivity (Hc) of each stack-like magnetic layer may differ greatly, generally a laminating medium shows 2 mode switching operation. The laminating medium equipped with optimum performance needs to show only a switching operation of one type. It means that this must have Hc which the stack-like magnetic layer resembled closely extremely. In the case of the magnetic alloy of most which is used by thin film disk technique, Hc is the function of adhesion temperature. That is, Hc becomes high with substrate temperature. Although the sputtering system used for mass production method of a magnetic disk is equipped with the function to heat a substrate beforehand, the advance time of a sputtering process follows on passing, and the temperature of a substrate falls. Therefore, if sputtering of the laminating magnetic layer is carried out on the substrate which it preheated, it will adhere to the 2nd layer at temperature lower than it, and, generally Hc will become lower. If Hc of the 2nd layer falls, it will become the cause which deflection (kink) produces in the smooth inclination of the hysteresis loop near the zero remnant magnetism status at least. The typical hysteresis loop of a single magnetic layer (Cr/CoPtCrTa) and a two-layer laminating MAG layer (Cr/CoPtCrTa/Cr/CoPtCrTa) is shown in the drawing 3 (a) and the drawing 3 (b), respectively. The kink of the hysteresis

THIS PAGE BLANK (USPTO)

of a cascade screen is known clearly. As for presence of this kink, this layer shows having two switching characteristics, and the record performance of the disk in high-density record falls by it. Therefore, in order to lose this kink, or in order [ being possible ] to restrict and to lessen, it is desirable to design the laminating medium without 2 mode switching operation.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention aims at offering the thin film disk which has the laminating magnetic layer which shows the single switching operation which becomes the smooth hysteresis loop.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The design of the thin film disk equipped with the laminating magnetic layer used by the disk drive is explained. This disk reduces a noise, and shows a single switching operation, and, as a result, its record performance in the disk drive which uses a disk improves. This improved type disk is formed by making the laminating magnetic layer more than two-layer [ in which change of Hc has the minimum PO [1010] ] adhere. With the 1 operation gestalt, [1010] PO magnetic layer is formed by making B-2 structure seed layers, such as NiAl and FeAl, and the suitable substratum with [112] PO adhere. The disk which used this invention has the minimum hysteresis loop with the smooth indication of 2 mode switching. As for a seed layer, it is desirable that it is NiAl, and, as for a substratum, it is desirable that they are Cr or Cr alloy. As for a magnetic layer, it is desirable that they are CoPtCr, CoPtCrTa, or CoPtCrB. Although making from the same material as a substratum is desirable as for the spacer layer between magnetic layers, different materials, such as roppo crystal materials, such as Ru, are sufficient as it, for example. Since it is thought that the disk of this invention has few dependences to the substrate temperature of Hc of the magnetic layer equipped with [1010] PO, the manufacture ease in a standard extensive sputtering system is high.

[0007]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 is a plan showing the disk drive of the conventional technique which equipped carrying out this invention with the useful rotated type actuator. this system -- an inn -- a hub -- one or more magnetic-recording disks 111 attached in the spindle 112 rotated by the electric motor (not shown) are included By the actuator assembly 115, the slider 120 containing one or more read/write heads is supported. This assembly consists of two or more actuators and sliders which have been arranged in the shape of a perpendicular stack, and when the actuator has shunted with the time of the disk not rotating in support of the slider in contact with the front face of a disk, it is not made not to contact it. When the voice-coil motor (VCM) 116 makes the actuator assembly 115 rock focusing on a shaft 117, an assembly 115 is moved on the basis of a disk. The head is held in the air bearing slider adjusted so that it might rise to surface to the upper part of the front face of a disk, while rotating at sufficient speed typically. When working and the slider have surfaced above a disk, VCM can move a slider to the path of the segment which crosses a disk, and it can arrange a head so that the read and writing of a magnetic information may be performed from the annular truck formed in the data area 114 with which the thin film explained in full detail later was covered. The electrical signal exchanged between a head and VCM is transmitted to the electronic instrument 119 of a drive by the flexible cable 118. During the period which rotation of the time of not operating and a disk puts into operation or stops, a slider can be arranged so that it may contact physically on the surface of a disk in a landing zone or contact starting / halt (CSS) field 113. The CSS field 113 is not used for a data storage, even if magnetic covering has extended on the field. it being alike un-working using a shunting lamp, and removing a slider from a disk is also known Although the disk drive equipped with the air bearing slider was explained, the disk of this invention can be easily used with other storage which has a contiguity or a contact record slider.

[0008] The cross-section layer structure of the operation gestalt of the thin film magnetic disk by this invention is shown in drawing 2. at least one side of a disk -- preferably, a thin film layer is made to adhere to both sides, and a data storage area is formed in them shading is used in order to distinguish each class -- \*\*\*\* -- it does not pass but neither a color nor specific composition is shown Let a substrate 11 be AlMg/NiP, glass, or other suiting arbitrary materials. It is B-2 structural material which made the seed layer 12 adhere to a substrate directly with the 1 operation gestalt, and it is desirable that it is NiAl. The substratum 13 is made to have adhered on a seed layer, and is a non-ferromagnetism material like chromium alloys, such as chromium or CrV, and CrTi. The requirement of the seed layer of the disk by this invention and a substratum is increasing [1010] PO in a magnetic layer. It is the alloy of the cobalt which contains platinum and chromium typically, and the 1st ferromagnetic layer 14 (Mag1) can contain additional elements, such as a tantalum and boron, for example, is CoPtCrTa and CoPtCrB. The remainder of a typical magnetic layer is Co including the platinum of 4 - 14 atom %, the chromium of 18 - 23 atom %, and the tantalum of 1 - pentatomic %. The spacer layer 15 is made from a non-ferromagnetism material, and also let it be the same material as a substratum by option. As for the 2nd ferromagnetic layer 16 (Mag2), it is desirable that it is the same material as Mag1. Although the two-layer magnetic layer separated with the nonmagnetic spacer is required at least, the pair of additional spacer/magnetic layer can be added. The up layer of option is a protective covering 17, and let it be carbon, hydrogenation carbon, or other arbitrary protection materials. Moreover, in order to strengthen adhesion of an enveloping layer with this technical field or to increase a degree of hardness, using an additional layer between a magnetic layer and an enveloping layer is also known. As for a layer various [ these ], to this contractor, it is desirable to carry out spatter adhesion using the technique of a well-known canonical, a target, temperature, and a pressure. Although this invention relates to a laminating magnetic layer, adhesion technique and the parameter of it are the same as that of what is used by the single magnetic layer disk which used the equivalent material.

[0009] Drawing 5 is a flow chart which manufactures the disk by this invention and which shows the step of law on the other hand. Sputtering of all the layers from a seed layer to an enveloping layer can be carried out by the continual process in an in-line sputtering system or a single disk system. A present commercial in-line sputtering system can be equipped with the additional target and additional multiplex pass path which manufacture the laminating disk structure. A design of an in-line system

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

equipped with an additional target is easy work. The single disk system equipped with the target capacity of six or more pieces which can manufacture laminating disk structure is also marketed. As shown in drawing 5, sputtering adhesion of each class is carried out one by one starting with the substrate which can be made into AlMg/NiP, glass, or other suitable materials. after making the seed layer 51 adhere first, a substratum 52 is made to adhere, the spacer layer 54 is adhered to the 1st magnetic layer 53 and a degree, and, next, the 2nd magnetic layer 55 is adhered -- making -- the spacer/magnetic layer of an addition after that by option -- an opposite -- 56 is added and a protective covering 57 is made to adhere at the step of the last of option

[0010] Although it is thought that the relative thickness of a layer is not important for carrying out this invention, the following domains are shown as a pointer. As for a seed layer, it is desirable that it is the thickness of 10-50nm. The role of a seed layer is promoting [112] PO in a substratum and promoting [1010] PO in a magnetic layer after that. Although a substratum is typically thicker than a seed layer, the magnetic properties of a disk does not carry out deer change of the substratum only as for various thickness (for example, 10-80nm). The typical value of the thickness of a substratum is 50nm. The ferromagnetic layers Mag1 and Mag2 etc. can be carried out in thickness of 5-50nm, and are 15nm typically. The thickness of a magnetic layer does not need to be equal. Usually, as compared with a substratum, a spacer layer is thin and is typically set to 1-20nm. Although it is not important for use of covering, combination, and thickness carrying out this invention, a typical thin film disk uses covering with a thickness of less than 15nm.

[0011] The hysteresis loop of a single magnetic layer (NiAl/Cr/CoPtCrTa) is shown in drawing 4 (a), and the loop of the two-layer laminating magnetic film (NiAl/Cr/CoPtCrTa/Cr/CoPtCrTa) by this invention is shown in drawing 4 (b). By 2 mode switching, unlike the case of the laminating disk of the conventional technique shown in the drawing 3 (b) which irregular nature produces in the hysteresis loop, the laminating disk (see the drawing 4 (b)) which carries out this invention does not show the 2 mode switching effect, and irregular nature does not produce it in the hysteresis loop. It is thought that this result is because a coercivity loss of the 2nd layer by fall of adhesion temperature becomes the minimum by making NiAl seed layer adhere before Cr. In order to prove this, the disk equipped with the single magnetic layer (NiAl/Cr/CoPtCrTa) was made to adhere at two kinds of temperature corresponding to the adhesion temperature delta of the 1st of a laminated structure, and the 2nd magnetic layer which is [ like (or it is exceeded) ] different only about 100 degrees C. In the wide range Cr substratum thickness domain, Hc of an examination disk was maintained in about 100 Oes, and it was shown that Hc is not a function with powerful adhesion temperature. The balance between SNR which improves by lamination, and the falling \*\*\*\* rectangle (S\*) and resolution was required for the laminating disk of the conventional technique. The laminating disk of this invention will carry out the maintenance of the Hc of each magnetic layer more soon, and makes such balance the minimum by maintaining S\* more highly. Other advantages are that a manufacture of a disk becomes easier by having lessened the susceptibility by temperature. That is, possibility of becoming a specification blank by dispersion in a sputtering system becomes low.

[0012] Cr has bcc structure to NiAl which is a material with a desirable seed layer forming B-2 (cesium chloride) structure. B-2 structure is the cubic structure which can be explained as two interpenetration simple cubic lattices in which aluminum atom occupies one grid and nickel atom occupies the grid of another side and which aligned. Although NiAl has the almost same lattice constant as Cr, NiAl tends to form a small grain size number for the combination with nickel atom and aluminum atom, and the atomic mobility under adhesion falls by it. Generally the cobalt alloy used by magnetic recording has the roppo maximum dense (hcp) superior crystal structure. A cube Cr substratum can be made to adhere by PO [100] within the limits of usual thickness in the sputtering conditions of canonicals, such as sufficient elevated temperature. This Cr [100] PO promotes PO [1120] in Co alloy magnetic layer. It is said in many cases that this is PO desirable for longitudinal record. As a result of PO [1120], the 2 crystal structures are made so that two or more [1120] grain which has two direct c axis orientation may be formed on given Cr grain. (For example, "Effects of Microstructural Features ON Media Noise in Longitudinal Recording Media" (see J.Appl.Phys., V73, p.5566, and 1993) of Nolan (Nolan) and Sinslair (Sinclair).) In order to maintain high Hc by this orientation, hot substrate temperature is required so that sufficient separation (segregation) during 2 crystals may be produced. Therefore, membranous Hc which has [1120] PO tends [ very ] to be influenced of temperature. Furthermore, it is still difficult to maintain the magnetic properties which was fixed with the fixed grain size number in a laminating [1120] PO layer at the same time it maintains the epitaxy between layers. Since the spacer layer Cr must grow on a crystal (2 crystal cluster) smaller than a magnetic layer's, it cannot reproduce the original Cr substratum particulate structure. Therefore, in a laminating magnetic medium, [1120] PO is not desirable. By making seed layers, such as NiAl, adhere, [112] PO can be induced in Cr (or Cr alloy) substratum. [112] By the substratum which has PO, [1010] PO arises epitaxial in the adjoining magnetic layer. Next, while maintaining PO of [1010] by each subsequent magnetic layer by the spacer layer selected pertinently, the grain size number which was fixed through the whole inside of structure is maintainable.

[0013] It is thought that [1010] PO in the magnetic layer produced according to the material structure of a publication on these specifications serves as an aid of a reduction of the dependence of Hc to substrate temperature as a result of [ convenient ] being observed about the laminating disk structure of this invention. [1010] PO is maintainable by the 2nd magnetic layer with suitable selection and suitable adhesion of a spacer layer. Let a spacer layer material be the cube which has a lattice constant similar to PO [112] and Cr. Since Cr and Cr alloy are the same as that of the case of a substratum, they are selection convenient as a spacer layer. Moreover, it is also possible to use the spacer which has an hcp structure so that [1010] PO may continue through a spacer layer. For example, it has the ruthenium (Ru) and roppo structure from which it expands, epitaxial matching of an osmium (Os) and a rhodium (Re) is reported, and these were all selected as a spacer layer of a laminating disk. Moreover, it is also predicted that the alloys of the roppo material which maintains roppo structure, such as a non-ferromagnetism CoCr alloy of Cr>35 atom %, can be used for example.

[0014] It is suggested that the operation whose FeAl substratum exerts rough phosphorus (Laughlin) etc. on the magnetic

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

properties of the magnetic layer made to adhere on it is similar with NiAl (IEEE Trans.Magnetic.32(5), September, 1996, and 3632). Therefore, it is appropriate to hint that FeAl which has B-2 structure too as well as NiAl is usable to a seed layer. Non-B-2 material of others, such as NiCr which can induce [112] PO in Cr or Cr alloy substratum, can also be used.

[0015] Although composition shown above is shown, without taking the rate of a foreign matter into consideration, even if the foreign matter is not always contained in the thin film film, it is known by this contractor that some foreign matters are contained. Although a sputtering target is typically specified to be 99.9% or more of purity, the purity of the formed layer may benefit low far the foreign matter in a sputtering chamber, or other factors from it. For example, oxygen and hydrogen of an amount which cannot be disregarded may mix in a layer with the foreign matter by the air in a chamber. In the case of a certain kind of carbon film, hydrogen mixing of pentatomic % was measured within the typical spatter layer. Moreover, it is also known in Cr layer formed-as-a-result-of-[its]-Cr-target that the hydrogen of few [usually] amounts will be found out. Moreover, the little operation gas in a sputtering system, for example, an argon, may mix in a sputtering layer. With the disk sample given in this specification, especially the amount of foreign matters was assumed to be what is usual within the limits of the thin film disk which does not measure, therefore this contractor predicts, and by which sputtering was carried out.

[0016] The thin film disk created by this invention can be used for the data storage in the typical disk drive which uses a magnetic-reluctance type head or an induction-type head, and is usable also with the contact record head or the surfacing head. This read/write head are arranged on the disk which rotates by the standard method, and performs record or read of a magnetic information.

[0017] As a conclusion, the following matters are indicated about the configuration of this invention.

[0018] (1) The thin film magnetic disk containing a substrate, the non-ferromagnetism seed layer made to adhere on a substrate, the non-ferromagnetism substratum made to adhere on a seed layer, the 1st ferromagnetic layer which has [1010] preferred orientations, a non-ferromagnetism spacer layer, and the 2nd ferromagnetic layer which has [1010] preferred orientations.

(2) A disk given in the above (1) whose substratum has [112] preferred orientations.

(3) A disk given in the above (1) whose spacer layer has [112] or [1010] preferred orientations.

(4) A disk given in the above (1) whose spacer layer a substratum has [112] preferred orientations and has [112] or [1010] preferred orientations.

(5) A disk given in the above (1) whose seed layer contains the material which has B-2 structure.

(6) A disk given in the above (1) whose seed layer contains NiAl.

(7) A disk given in the above (1) whose seed layer contains FeAl.

(8) A disk given in the above (1) whose spacer layer has rppo structure including cobalt, chromium, a ruthenium, an osmium, or a rhodium.

(9) A disk given in the above (1) from which only less than 100 Oes of the coercivity of the 1st ferromagnetic layer and the 2nd ferromagnetic layer are different.

(10) A disk given in the above (1) whose disk contains [ a seed layer / including NiAl / a substratum / the 1st ferromagnetic layer / a spacer layer / the 2nd ferromagnetic layer ] an enveloping layer further including a cobalt alloy including chromium, a ruthenium, an osmium, rhodiums, or these alloys including a cobalt alloy including the alloy of chromium or chromium.

(11) A disk given in the above (10) whose spacer layer thickness a seed layer thickness is for 2nm and 50nm, the thickness of a substratum is for 10nm and 80nm, the 1st ferromagnetic layer thickness is for 5nm and 50nm, and is 1 or 20nm.

(12) A disk given in the above (10) whose cobalt alloy of the 1st and 2nd ferromagnetic layers is CoPtCrTa, CoPtCrB, or CoPtCr.

(13) The disk drive containing the thin film magnetic disk containing the 2nd ferromagnetic layer which has the 1st ferromagnetic layer which has the motor made to rotate a spindle, the non-ferromagnetism seed layer which is combined with a spindle and made to adhere on a substrate, the non-ferromagnetism substratum made to adhere on a seed layer, and [1010] preferred orientations, a non-ferromagnetism spacer layer, and [1010] preferred orientations, and the actuator assembly containing the head which writes in a magnetic information on a disk when rotating.

(14) A disk drive given in the above (13) whose spacer layer a substratum has [112] preferred orientations, the 1st ferromagnetic layer has [1010] preferred orientations, and has [112] or [1010] preferred orientations.

(15) A disk drive given in the above (13) whose seed layer contains the material which has B-2 structure.

(16) A disk drive given in the above (13) whose seed layer contains NiAl.

(17) A disk drive given in the above (13) whose seed layer contains FeAl.

(18) A disk drive given in the above (13) whose spacer layer has rppo structure including cobalt, chromium, a ruthenium, an osmium, or a rhodium.

(19) A disk drive given in the above (13) from which the coercivity of the 1st ferromagnetic layer and the 2nd ferromagnetic layer is [ 100 Oes ] different.

(20) A disk drive given in the above (13) whose magnetic disk contains [ a seed layer / including NiAl / a substratum / the 1st ferromagnetic layer / a spacer layer / the 2nd ferromagnetic layer ] an enveloping layer further including a cobalt alloy including chromium, a ruthenium, an osmium, rhodiums, or these alloys including a cobalt alloy including the alloy of chromium or chromium.

(21) A disk drive given in the above (13) whose spacer layer thickness a seed layer thickness is for 2nm and 50nm, the thickness of a substratum is for 10nm and 80nm, the 1st ferromagnetic layer thickness is for 5nm and 50nm, and is 1 or 20nm.

(22) A disk drive given in the above (21) whose cobalt alloy of the 1st and 2nd ferromagnetic layers is CoPtCrTa, CoPtCrB, or CoPtCr.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(23) The manufacture technique of the thin film disk containing the step which carries out sputtering of the seed layer on a substrate, the step which carries out sputtering of the substratum on a seed layer, the step which carries out sputtering of the 1st ferromagnetic layer which has [1010] preferred orientations on a substratum, the step which carries out sputtering of the spacer layer on the 1st ferromagnetic layer, and the step which carries out sputtering of the 2nd ferromagnetic layer which has [1010] preferred orientations.

(24) Technique given in the above (23) whose seed layer is the material which has B-2 structure.

(25) Technique given in the above (23) which is the material whose seed layer is NiAl, FeAl, or NiCr.

(26) Technique given in the above (23) whose the 1st and 2nd ferromagnetic layers a seed layer is the material which is NiAl, a substratum is Cr or Cr alloy, and are cobalt alloys.

(27) Technique given in the above (23) whose substratum has the preferred orientation of [112].

(28) Technique given in the above (23) whose spacer layer has the preferred orientation of [112] or [1010].

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-73621

(43) 公開日 平成11年(1999)3月16日

(51) Int. Cl. 6

G 11 B 5/66

識別記号

F I

G 11 B 5/66

審査請求 未請求 請求項の数 28

O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-178292

(22) 出願日 平成10年(1998)6月25日

(31) 優先権主張番号 08/892724

(32) 優先日 1997年7月15日

(33) 優先権主張国 米国 (U.S.)

→ USP 6,077,586

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州

アーモンク (番地なし)

シャオピン・ビエン

アメリカ合衆国95123 カリフォルニア州

サンノゼ トレードワインズ・ドライブ

292 ナンバー4

(74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外1名)

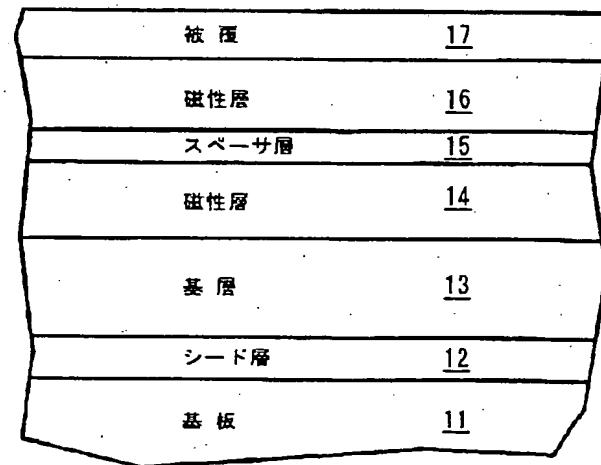
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】長手記録用積層薄膜ディスク

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ヒステリシス・ループになる単一スイッチング動作を示すディスク・ドライブで使用の積層磁性層を有する薄膜ディスク。

【解決手段】 Cr または Cr 合金の基層を付着する前にシード層を付着して達成する。シード層の材料は、基層において [112] PO を促し、その後 2 層以上の積層磁性層において [1010] PO を促すよう選定する。[1010] PO は磁性層間での Hc の差が最小限にしシード層は、NiAl または FeAl、または基層に [112] PO を生ずるその他の材料の B2 型構造の材料である。基層は、Cr または Cr 合金が好ましく、磁性層は CoPtCr、CoPtCrTa、または CoPtCrB が好ましい。磁性層間のスペーサ層は基層と同じ材料で作る。Ru のような六方結晶材料など、異なる材料とすることもできる。磁性層の基板温度に対する依存度が低減して、標準の大量スパッタリング・システムで製造可能である。



(2)

特開平11-73621

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、

基板上に付着させた非強磁性シード層と、  
シード層上に付着させた非強磁性基層と、[1010] 定向性を有する第1の強磁性層と、  
非強磁性スペーサ層と、[1010] 定向性を有する第2の強磁性層とを含む、  
薄膜磁気ディスク。【請求項2】 基層が[112] 定向性を有する、請求項  
1に記載のディスク。【請求項3】 スペーサ層が[112] または[101  
0] 定向性を有する、請求項1に記載のディスク。【請求項4】 基層が[112] 定向性を有し、スペーサ  
層が[112] または[1010] 定向性を有する、請  
求項1に記載のディスク。【請求項5】 シード層がB2構造を有する材料を含む、  
請求項1に記載のディスク。【請求項6】 シード層がNiA1を含む、請求項1に記  
載のディスク。【請求項7】 シード層がFeA1を含む、請求項1に記  
載のディスク。【請求項8】 スペーサ層がコバルト、クロム、ルテニウム、  
オスミウム、またはレニウムを含み、六方構造を有  
する、請求項1に記載のディスク。【請求項9】 第1の強磁性層と第2の強磁性層の保磁度  
が1000e未満だけ異なる、請求項1に記載のディス  
ク。【請求項10】 シード層がNiA1を含み、基層がクロ  
ムまたはクロムの合金を含み、第1の強磁性層がコバル  
ト合金を含み、スペーサ層がクロム、ルテニウム、オス  
ミウム、レニウム、またはこれらの合金を含み、第2の  
強磁性層がコバルト合金を含み、ディスクが被覆層をさ  
らに含む、請求項1に記載のディスク。【請求項11】 シード層の厚さが2nmと50nmの間  
であり、基層の厚さが10nmと80nmの間であり、  
第1の強磁性層の厚さが5nmと50nmの間であり、  
スペーサ層の厚さが1ないし20nmである、請求項1  
0に記載のディスク。【請求項12】 第1および第2の強磁性層のコバルト合  
金がCoPtCrTa、CoPtCrB、またはCoPtC  
rである、請求項10に記載のディスク。【請求項13】 スピンドルを回転させるモータと、  
スピンドルに結合され、基板上に付着させた非強磁性シ  
ード層と、シード層上に付着させた非強磁性基層と[1  
010] 定向性を有する第1の強磁性層と非強磁性スペ  
ーサ層と[1010] 定向性を有する第2の強磁性層と  
を含む薄膜磁気ディスクと、  
回転するときにディスク上に磁気情報を書き込むヘッド  
を含むアクチュエータ・アセンブリとを含むディスク・  
ドライブ。

10

20

30

40

50

【請求項14】 基層が[112] 定向性を有し、第1の  
強磁性層が[1010] 定向性を有し、スペーサ層が  
[112] または[1010] 定向性を有する、請求項  
13に記載のディスク・ドライブ。【請求項15】 シード層がB2構造を有する材料を含  
む、請求項13に記載のディスク・ドライブ。【請求項16】 シード層がNiA1を含む、請求項13  
に記載のディスク・ドライブ。【請求項17】 シード層がFeA1を含む、請求項13  
に記載のディスク・ドライブ。【請求項18】 スペーサ層がコバルト、クロム、ルテニ  
ウム、オスミウム、またはレニウムを含み、六方構造を  
有する、請求項13に記載のディスク・ドライブ。【請求項19】 第1の強磁性層と第2の強磁性層の保磁  
度が1000eだけ異なる、請求項13に記載のディス  
ク・ドライブ。【請求項20】 シード層がNiA1を含み、基層がクロ  
ムまたはクロムの合金を含み、第1の強磁性層がコバル  
ト合金を含み、スペーサ層がクロム、ルテニウム、オス  
ミウム、レニウム、またはこれらの合金を含み、第2の  
強磁性層がコバルト合金を含み、磁気ディスクが被覆層  
をさらに含む、請求項13に記載のディスク・ドライ  
ブ。【請求項21】 シード層の厚さが2nmと50nmの間  
であり、基層の厚さが10nmと80nmの間であり、  
第1の強磁性層の厚さが5nmと50nmの間であり、  
スペーサ層の厚さが1ないし20nmである、請求項1  
3に記載のディスク・ドライブ。【請求項22】 第1および第2の強磁性層のコバルト合  
金が、CoPtCrTa、CoPtCrB、またはCo  
PtCrである、請求項21に記載のディスク・ドライ  
ブ。【請求項23】 基板上にシード層をスパッタリングする  
ステップと、シード層上に基層をスパッタリングするステップと、  
[1010] 定向性を有する第1の強磁性層を基層上に  
スパッタリングするステップと、第1の強磁性層上にスペーサ層をスパッタリングするス  
テップと、[1010] 定向性を有する第2の強磁性層をスパッタ  
リングするステップとを含む、薄膜ディスクの製造方  
法。【請求項24】 シード層がB2構造を有する材料であ  
る、請求項23に記載の方法。【請求項25】 シード層がNiA1、FeA1、または  
NiCrである材料である、請求項23に記載の方法。【請求項26】 シード層がNiA1である材料であり、  
基層がCrまたはCr合金であり、第1および第2の強  
磁性層がコバルト合金である、請求項23に記載の方  
法。

(3)

特開平11-73621

3

【請求項27】基層が〔112〕の定向性を有する、請求項23に記載の方法。

【請求項28】スペーサ層が〔112〕または〔1010〕の定向性を有する、請求項23に記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0-0-0-1】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜磁気ディスクを有するディスク・ドライブなどのデータ記憶装置の分野に関する。具体的には、本発明は、複数の磁性層を有する薄膜磁気ディスクに関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来のドライブ・アセンブリにおける磁気記録ディスクは、一般に、基板と、クロム(Cr)またはCr合金の薄膜から成る基層と、基層上に付着させたコバルト・ベースの磁気合金層と、磁性層の上の保護被覆層とから成る。NiP被覆AlMg、ガラス、ガラス・セラミック、ガラス・カーボンなどの様々なディスク基板が使用されてきた。磁性層の微小構造パラメータ、すなわち結晶定向性(PO)、結晶粒度、および粒子間の磁気交換デカップリングが、ディスクの記録特性の制御において重要な役割を果たす。Cr基層は、主としてコバルト・ベースの磁気合金のPOや結晶粒度などの微小構造パラメータを制御するために使用される。ディスク上に層を形成する様々な材料のPOは、必ずしもその材料に見られる排他的な配向とは限らず、単に主要な配向にすぎない。NiP被覆されたAlMg基板上にCr基層を高温で付着させると、通常は〔100〕定向性(PO)が形成される。このPOは、〔1120〕POのhcpコバルト(Co)合金のエピタキシャル成長を促進し、それによってディスク平面内の磁気性能が向上する。〔1120〕POは、その(1120)平面が膜の表面に対してほとんど平行な六方構造の膜を指す。同様に、〔1010〕POは、その(1010)平面が膜の表面に対してほとんど平行な六方構造の膜を指す。ガラスおよびほとんどの非金属基板上のCrまたはCr合金基層の核生成および成長は、NiP被覆AlMg基板上のそれらの核生成および成長とは大幅に異なるため、ガラス基板上に製作された媒体は同じ付着条件下でNiP被覆AlMg基板上に形成された媒体と比較して雑音が大きくなることが多い。基板上で初期層(シード層と呼ぶ)を使用する必要があるのはこのためである。基層の核生成と成長を制御するために代替基板と基層との間にシード層を形成し、さらに基層は磁性層に影響を与える。ガラスおよび非貴金属基板上のAl、Cr、CrNi、Ti、Ni<sub>3</sub>P、MgO、Ta、C、W、Zr、AIN、NiAlなどいくつかの材料が、シード層として提案されている。(たとえばリー(Lee)等の「Seed Layer induced (002) crystallographic texture in NiAl underlayers」、J. Appl. Phys. 79(8), 1996年4月15日, p.4902ffを参照。) 単一磁性層ディスクでは、

4

ラフリン(Laughlin)等がNiAlシード層を使用した後で2.5nmの厚さのCr基層とCoCrPt磁性層を使用する方法について書いている。Cr基層を有するNiAlシード層は、磁性層内に〔1010〕集合組織を組み込むものと言われていた。(「The Control and Characterization of the Crystallographic Texture of Longitudinal Thin Film Recording Media」、IEEE Trans. Magnetic. 32(5), 1996年9月, 3632)。

##### 【0003】薄膜ディスク媒体の信号対雑音比(SNR)

10 Rの向上は、依然として高密度記録技術における大きな課題の1つである。媒体雑音を低減するために、低雑音合金の選定、適切な基層の設計、付着パラメータの調整、磁性層の積層化など、様々な手法が提案されてきた。積層ディスクは、スペーサ層で分離された2層以上の磁性層を有する。たとえば、アーラート(Ahlert)等は、共通譲渡された米国特許第5051288号でAlMg/NiP基板と、Cr、CrV、およびMo層によって分離された6層のCoPtX合金またはCoNiX合金の層とを有する積層ディスクについて記載している。

20 【0004】薄膜ディスクの磁性層の積層化は、媒体雑音を低減させることが知られているが、積層媒体は一般に、スタック状の各磁性層の保磁度(Hc)が大きく異なることがあるために、2モード・スイッチング作用を示す。最適パフォーマンスを備えた積層媒体は、1タイプのスイッチング作用のみを示す必要がある。これは、スタック状の磁性層がきわめて似通ったHcを持っていなければならぬことを意味する。薄膜ディスク技法で使用されている大部分の磁気合金の場合、Hcは付着温度の関数である。すなわち、Hcは基板温度と共に高くなる。磁気ディスクの大量生産に使用されるスパッタリング・システムは、基板を予熱する機能を備えているが、スパッタリング・プロセスの進行時間が経過するに伴い、基板の温度が低下する。したがって、予熱された基板上で積層磁性層をスパッタリングすると、2番目の層はそれより低い温度で付着され、一般にHcがより低くなる。2番目の層のHcが低下すると、少なくともゼロ残留磁気状態付近でヒステリシス・ループのなめらかな傾斜に偏差(キンク)が生じる一因になる。図3

30 40 (a) および図3(b)に、それぞれ単一磁性層(Cr/CoPtCrTa)と2層積層磁気膜(Cr/CoPtCrTa/Cr/CoPtCrTa)の典型的なヒステリシス・ループを示す。積層膜のヒステリシスのキンクが明らかにわかる。このキンクの存在は、この膜が2つのスイッチング特性を備えていることを示しており、それによって高密度記録におけるディスクの記録パフォーマンスが低下する。したがって、このキンクをなくすため、または可能な限り少くするために、2モード・スイッチング作用のない積層媒体を設計することが望ましい。

(4)

特開平11-73621

6

5

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、なめらかなヒステリシス・ループになる単一スイッチング動作を示す積層磁性層を有する薄膜ディスクを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】ディスク・ドライブで使用する、積層磁性層を備えた薄膜ディスクの設計について説明する。このディスクは、雑音を低減し、单一のスイッチング作用を示し、その結果、ディスクを使用するディスク・ドライブにおける記録パフォーマンスが向上する。この改良型ディスクは、Hcの変化が最小限のPO [1010] を持つ2層以上の積層磁性層を付着させることによって形成される。一実施形態では、[1010] PO磁性層は、NiA1やFeA1などのB2構造シード層と、[112] POを持つ適切な基層とを付着させることによって形成される。本発明を使用したディスクは、2モード・スイッチングの徵候が最小限のなめらかなヒステリシス・ループを有する。シード層はNiA1であることが好ましく、基層はCrまたはCr合金であることが好ましい。磁性層は、CoPtCr、CoPtCrTa、またはCoPtCrBであることが好ましい。磁性層間のスペーサ層は、基層と同じ材料で作ることが好ましいが、たとえば、Ruなどの六方結晶材料などの異なる材料でもよい。本発明のディスクは、[1010] POを備えた磁性層のHcの基板温度への依存度が少ないとと思われるため、標準的な大量スパッタリング・システムにおける製造容易性が高い。

## 【0007】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を実施するのに有用な回転型アクチュエータを備えた従来技術のディスク・ドライブを示す上面図である。このシステムは、インハブ電気モータ（図示せず）によって回転するスピンドル112に取り付けられた1つまたは複数の磁気記録ディスク111を含む。アクチュエータ・アセンブリ115によって、1つまたは複数の読み取り／書き込みヘッドを含むスライダ120が支持されている。このアセンブリは、垂直スタック状に配置された複数のアクチュエータおよびスライダから成り、アクチュエータは、ディスクの表面と接触するスライダを支持して、ディスクが回転していないときと待避しているときに接触させないようにする。ボイス・コイル・モータ（VCM）116がアクチュエータ・アセンブリ115をシャフト117を中心に揺動させることによって、アセンブリ115をディスクを基準にして移動させる。ヘッドは、典型的には、十分な速度で回転しているときにディスクの表面の上方に浮上するように調整された空気軸受けスライダ内に収容されている。動作中、スライダがディスクの上方に浮上しているとき、VCMはスライダをディスクを横切る弓形の経路に移動させ、後で詳述する薄膜が被覆された

10

20

30

40

50

データ領域114に形成された環状トラックから磁気情報の読み取りおよび書き込みを行うようにヘッドを配置させることができる。ヘッドとVCMとの間でやり取りされる電気信号は、可撓性ケーブル118によってドライブの電子装置119に伝達される。動作していないときやディスクの回転が始動または停止する期間中には、スライダをランディング・ゾーンまたは接触始動／停止（CSS）領域113でディスクの表面に物理的に接触するように配置することができる。CSS領域113は、磁気被覆がその領域上に延在していてもデータ記憶には使用されない。待避ランプを使用して非動作中にディスクからスライダを外すことも知られている。空気軸受けスライダを備えたディスク・ドライブについて説明したが、本発明のディスクは近接または接触記録スライダを有する他の記憶装置でも容易に使用することができる。

【0008】図2に、本発明による薄膜磁気ディスクの実施形態の断面層構造を示す。ディスクの少なくとも片面、好ましくは両面に、薄膜層を付着させて、データ記憶領域を形成する。陰影は各層を区別するために使用しているに過ぎず、色や特定の組成を示すものではない。基板11は、AlMg/NiP、ガラス、または他の任意の適合する材料とすることができます。一実施形態では、シード層12は、基板に直接付着させたB2構造材料であり、NiA1であることが好ましい。基層13は、シード層上に付着されており、クロムまたはCrVやCrTiなどのクロム合金のような非強磁性材料である。本発明によるディスクのシード層および基層の必要条件は、磁性層における[1010] POを増進することである。第1の強磁性層14（Mag1）は、典型的にはプラチナとクロムを含むコバルトの合金であり、タンタルや硼素などの追加の元素を含むことができ、たとえばCoPtCrTaやCoPtCrBである。典型的な磁性層は、4～14原子%のプラチナと、18～23原子%のクロムと、1～5原子%のタンタルとを含み、残りはCoである。スペーサ層15は非強磁性材料で作られ、任意選択で基層と同じ材料とすることもできる。第2の強磁性層16（Mag2）は、Mag1と同じ材料であることが好ましい。非磁性スペーサで分離された少なくとも2層の磁性層が必要であるが、追加のスペーサ／磁性層の対を追加することができる。任意選択の上部層は保護被覆17であり、炭素、水素添加炭素、またはその他の任意の保護材料とすることができます。また、当技術分野では被覆層の接着を強化したり硬度を増したりするために、磁性層と被覆層との間に追加の層を使用することも知られている。これら種々の層は、当業者には周知の標準の技術、ターゲット、温度、圧力を用いてスパッタ付着することが好ましい。本発明は、積層磁性層に関するが、付着技法とバラメータは、同等の材料を使用した単一磁性層ディスクで使用されているものと同じである。

(5)

特開平11-73621

7

【0009】図5は、本発明によるディスクを製作する一方法のステップを示すフローチャートである。シード層から被覆層までのすべての層は、インライン・スペッタリング・システムまたは単一ディスク・システムにおける連続プロセスでスペッタリングすることができる。現行の商業インライン・スペッタリング・システムは、積層ディスク構造体を製作する追加のターゲットや多重バス経路を備えることができる。追加のターゲットを備えるインライン・システムの設計は簡単な作業である。積層ディスク構造を製作することができる6個以上のターゲット容量を備える単一ディスク・システムも市販されている。図5に示すように、A1Mg/NiP、ガラス、またはその他の適切な材料とすることができる基板から始めて、各層を順次にスペッタリング付着させる。まずシード層51を付着させた後、基層52を付着させ、次に第1の磁性層53、次にスペーサ層54、次に第2の磁性層55を付着させ、その後で任意選択で追加のスペーサ/磁性層の対56を加え、任意選択の最後のステップで保護被覆57を付着させる。

【0010】層の相対的な厚さは本発明を実施するのに重要ではないと考えられるが、指針として以下の範囲を示す。シード層は、10~50nmの厚さであることが好ましい。シード層の役割は、基層における[112]POを促進し、その後で磁性層における[1010]POを促進することである。基層は、典型的にはシード層より厚いが、基層を多様な厚さ（たとえば10~80nm）にしても、ディスクの磁気特性はわずかしか変化しない。基層の厚さの典型的な値は50nmである。強磁性層Mag1、Mag2などは、5~50nmの厚さと/orすることができ、典型的には15nmである。磁性層の厚さは等しくなくてもよい。スペーサ層は通常、基層と比較して薄く、典型的には1~20nmになる。被覆の使用、組合せ、および厚さは本発明を実施するのに重要ではないが、典型的な薄膜ディスクは15nm未満の厚さの被覆を使用する。

【0011】図4(a)に、単一磁性層(NiA1/Cr/CoPtCrTa)のヒステリシス・ループを示し、図4(b)に本発明による2層積層磁性膜(NiA1/Cr/CoPtCrTa/Cr/CoPtCrTa)のループを示す。2モード・スイッチングによってヒステリシス・ループに変則性が生じる図3(b)に示す従来技術の積層ディスクの場合とは異なり、本発明を実施する積層ディスク（図4(b)を参照）は、2モード・スイッチング効果を示さず、ヒステリシス・ループに変則性が生じない。この結果は、Crの前にNiA1シード層を付着させることによって、付着温度の低下による2番目の層の保磁度損失が最小限になるためであると考えられる。これを証明するために、単一磁性層(NiA1/Cr/CoPtCrTa)を備えたディスクを、積層構造の第1および第2の磁性層の付着温度デル

10

20

30

40

50

8

タに対応する（またはそれを超える）ように約100°Cだけ異なる2通りの温度で付着させた。広範囲なCr基層厚さ範囲で、試験ディスクのHcは約1000e内に保たれ、Hcは付着温度の強い関数ではないことが示された。従来技術の積層ディスクは、積層化によって向上するS-N-Rと、低下する保磁矩形(S<sup>z</sup>)および分解能との間の兼ね合いが必要であった。本発明の積層ディスクは、各磁性層のHcをより近く維持し、S<sup>z</sup>をより高く維持することによってこれらの兼ね合いを最小限にする。他の利点は、温度による影響の受けやすさを少なくしたことによってディスクの製造がより容易になることがある。すなわち、スペッタリング・システムのばらつきによって規格外になる可能性が低くなる。

【0012】シード層の好ましい材料であるNiA1は、B2（塩化セシウム）構造を形成するのに対し、Crはbcc構造を有する。B2構造は、A1原子が一方の格子を占有し、Ni原子が他方の格子を占有する2つの相互浸透単純立方格子として説明することができる整列された立方構造である。NiA1はCrとほぼ同じ格子定数を有するが、Ni-A1は、Ni原子とA1原子との結合のためにより小さな結晶粒度を形成する傾向があり、それによって付着中の原子移動度が低下する。磁気記録で使用されるコバルト合金は一般に、六方最密(hcp)優勢結晶構造を有する。立方Cr基層は、十分な高温などの標準のスペッタリング条件において通常の厚さの範囲内でPO[100]で付着させることができる。このCr[100]POは、Co合金磁性層においてPO[1120]を促進する。これは長手記録にとつて望ましいPOであると言われる場合が多い。PO[1120]の結果、所与のCr粒子上に、2つの直行c軸配向を有する複数の[1120]粒子が形成されるよう二結晶構造ができる。（たとえば、ノラン(Nolan)およびシンクレア(Sinclair)の「Effects of Microstructural Features on Media Noise in Longitudinal Recording Media」(J. Appl. Phys., V73, p.5566, 1993年を参照）。この配向で高いHcを維持するためにには、二結晶間の十分な分離(セグリゲーション)を生じさせるように高温の基板温度が必要である。したがって、[1120]POを有する膜のHcはきわめて温度の影響を受けやすい。さらに、層間エピタキシを維持すると同時に、積層[1120]PO膜における一定した結晶粒度と一定した磁気特性を維持するのはさらに困難である。スペーサ層Crは磁性層のより小さな結晶(二結晶クラスタ)上に成長しなければならないため、元のCr基層粒子構造を再現することができない。したがって、積層磁気媒体では[1120]POは望ましくない。NiA1などのシード層を付着させることによって、Cr（またはCr合金）基層内に[112]POを誘発することができる。[112]POを有する基層によって、隣接する磁性層に[1010]POがエピタキ

(6)

特開平11-73621

9

シャルに生じる。次に、適切に選定されたスペーサ層によってその後の各磁性層で【1010】のPOを維持すると同時に、構造内全体を通して一定した結晶粒度を維持することができる。

【0013】本明細書に記載の材料構造によって生じる磁性層における【1010】POは、本発明の積層ディスク構造について観察された好都合な結果、特に基板温度へのHcの依存度の低減の一助となっていると考えられる。【1010】POは、スペーサ層の適切な選定と付着によって第2の磁性層で維持することができる。スペーサ層材料は、PO【112】とCrに類似した格子定数を有する立方とすることができます。CrおよびCr合金は、基層の場合と同じ理由からスペーサ層として好都合な選定である。また、【1010】POがスペーサ層を通して統くようにh.c.p構造を有するスペーサを使用することも可能である。たとえば、ルテニウム(Ru)および拡大してオスミウム(Os)およびレニウム(Re)のエピタキシャル整合が報告されており、これらはすべて積層ディスクのスペーサ層として選定された六方構造を有する。また、たとえば、Cr > 35原子%の非強磁性CoCr合金など、六方構造を維持する六方材料の合金を使用することもできると予測される。

【0014】ラフリン(Laughlin)等は、FeAl基層がその上に付着させた磁性層の磁気特性に及ぼす作用はNiAlと類似していると示唆している(IEEE Trans. Magnetic. 32(5), 1996年9月, 3632)。したがって、やはりB2構造を有するFeAlもNiAlと同様にしてシード層に使用可能であると示唆することは妥当である。CrまたはCr合金基層において【112】POを誘発することができるNiCrなどその他の非B2材料も使用することができる。

【0015】前掲の組成は、異物の割合を考慮せずに示したものであるが、薄膜フィルムには常に異物が含まれているというわけではなくてもいくらかの異物が含まれることが当業者には知られている。スパッタリング・ターゲットは典型的には99.9%以上の純度と指定されるが、形成された膜の純度はスパッタリング・チャンバ内の異物またはその他の要因のためにそれよりはるかに低くなることがある。たとえば、チャンバ内の空気による異物によって、無視できない量の酸素や水素が膜内に混入する可能性がある。ある種の炭素膜の場合、典型的なスパッタ層内で5原子%の水素混入が測定された。また、Crターゲットおよびその結果形成されたCr層内には通常わずかな量の水素が見い出されることも知られている。また、スパッタリング・システム内の少量の作用ガス、たとえばアルゴンがスパッタリング膜内に混入する可能性もある。本明細書に記載のディスク・サンプルでは異物量は特に測定せず、したがって、当業者が予測するスパッタリングされた薄膜ディスクの通常の範囲内であるものと仮定した。

10

【0016】本発明により作成された薄膜ディスクは、磁気抵抗型ヘッドまたは誘導型ヘッドを使用する典型的なディスク・ドライブにおけるデータの記憶に使用することができ、接触記録ヘッドでも浮上ヘッドでも使用可能である。この読み取り／書き込みヘッドは、標準方式で回転するディスクの上に配置されて磁気情報の記録または読み取りを行う。

【0017】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

10 【0018】(1) 基板と、基板上に付着させた非強磁性シード層と、シード層上に付着させた非強磁性基層と、【1010】定向性を有する第1の強磁性層と、非強磁性スペーサ層と、【1010】定向性を有する第2の強磁性層とを含む、薄膜磁気ディスク。

(2) 基層が【112】定向性を有する、上記(1)に記載のディスク。

(3) スペーサ層が【112】または【1010】定向性を有する、上記(1)に記載のディスク。

20 (4) 基層が【112】定向性を有し、スペーサ層が【112】または【1010】定向性を有する、上記(1)に記載のディスク。

(5) シード層がB2構造を有する材料を含む、上記(1)に記載のディスク。

(6) シード層がNiAlを含む、上記(1)に記載のディスク。

(7) シード層がFeAlを含む、上記(1)に記載のディスク。

(8) スペーサ層がコバルト、クロム、ルテニウム、オスミウム、またはレニウムを含み、六方構造を有する、上記(1)に記載のディスク。

30 (9) 第1の強磁性層と第2の強磁性層の保磁度が100Oe未満だけ異なる、上記(1)に記載のディスク。

(10) シード層がNiAlを含み、基層がクロムまたはクロムの合金を含み、第1の強磁性層がコバルト合金を含み、スペーサ層がクロム、ルテニウム、オスミウム、レニウム、またはこれらの合金を含み、第2の強磁性層がコバルト合金を含み、ディスクが被覆層をさらに含む、上記(1)に記載のディスク。

40 (11) シード層の厚さが2nmと50nmの間であり、基層の厚さが10nmと80nmの間であり、第1の強磁性層の厚さが5nmと50nmの間であり、スペーサ層の厚さが1ないし20nmである、上記(10)に記載のディスク。

(12) 第1および第2の強磁性層のコバルト合金がCoPtCrTa、CoPtCrB、またはCoPtCrである、上記(10)に記載のディスク。

(13) スピンドルを回転させるモータと、スピンドルに結合され、基板上に付着させた非強磁性シード層と、シード層上に付着させた非強磁性基層と【1010】定向性を有する第1の強磁性層と非強磁性スペーサ層と

(7)

特開平11-73621

11

[1010] 定向性を有する第2の強磁性層とを含む薄膜磁気ディスクと、回転するときにディスク上に磁気情報を書き込むヘッドを含むアクチュエータ・アセンブリとを含むディスク・ドライブ。

(14) 基層が [112] 定向性を有し、第1の強磁性層が [-1-0-1-0] 定向性を有し、スペーサ層が [-1-1-2] または [1010] 定向性を有する、上記(13)に記載のディスク・ドライブ。

(15) シード層がB2構造を有する材料を含む、上記(13)に記載のディスク・ドライブ。

(16) シード層がNiA1を含む、上記(13)に記載のディスク・ドライブ。

(17) シード層がFeA1を含む、上記(13)に記載のディスク・ドライブ。

(18) スペーサ層がコバルト、クロム、ルテニウム、オスミウム、またはレニウムを含み、六方構造を有する、上記(13)に記載のディスク・ドライブ。

(19) 第1の強磁性層と第2の強磁性層の保磁度が1000eだけ異なる、上記(13)に記載のディスク・ドライブ。

(20) シード層がNiA1を含み、基層がクロムまたはクロムの合金を含み、第1の強磁性層がコバルト合金を含み、スペーサ層がクロム、ルテニウム、オスミウム、レニウム、またはこれらの合金を含み、第2の強磁性層がコバルト合金を含み、磁気ディスクが被覆層をさらに含む、上記(13)に記載のディスク・ドライブ。

(21) シード層の厚さが2nmと50nmの間であり、基層の厚さが10nmと80nmの間であり、第1の強磁性層の厚さが5nmと50nmの間であり、スペーサ層の厚さが1ないし20nmである、上記(13)に記載のディスク・ドライブ。

(22) 第1および第2の強磁性層のコバルト合金が、CoPtCrTa、CoPtCrB、またはCoPtCrである、上記(21)に記載のディスク・ドライブ。

(23) 基板上にシード層をスパッタリングするステップと、シード層上に基層をスパッタリングするステップと、[1010] 定向性を有する第1の強磁性層を基層上にスパッタリングするステップと、第1の強磁性層上にスペーサ層をスパッタリングするステップと、[10

12

10] 定向性を有する第2の強磁性層をスパッタリングするステップとを含む、薄膜ディスクの製造方法。

(24) シード層がB2構造を有する材料である、上記(23)に記載の方法。

(25) シード層がNiA1、FeA1、またはNiCrである材料である、上記(23)に記載の方法。

(26) シード層がNiA1である材料であり、基層がCrまたはCr合金であり、第1および第2の強磁性層がコバルト合金である、上記(23)に記載の方法。

10 (27) 基層が [112] の定向性を有する、上記(23)に記載の方法。

(28) スペーサ層が [112] または [1010] の定向性を有する、上記(23)に記載の方法。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するのに役立つ回転アクチュエータを備えた従来の技術のディスク・ドライブを示す上面図である。

【図2】本発明による薄膜磁気ディスクの層構造を示す図である。

20 【図3】(a)は単一の磁性層を有する従来技術の薄膜磁気ディスクのヒステリシス・ループを示す図であり、(b)は2つの積層磁性層を有する従来技術の薄膜磁気ディスクのヒステリシス・ループを示す図である。

【図4】(a)はNiA1シード層と単一磁性層とを有する薄膜磁気ディスクのヒステリシス・ループを示す図であり、(b)はNiA1シード層と2つの積層磁性層を有する薄膜磁気ディスクのヒステリシス・ループを示す図である。

30 【図5】本発明によるディスクを製作する一方法を示す流れ図である。

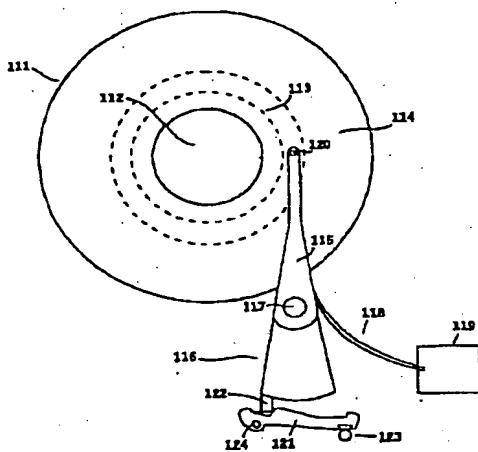
#### 【符号の説明】

- 11 基板
- 12 シード層
- 13 基層
- 14 強磁性層
- 15 スペーサ層
- 16 強磁性層
- 17 保護被覆

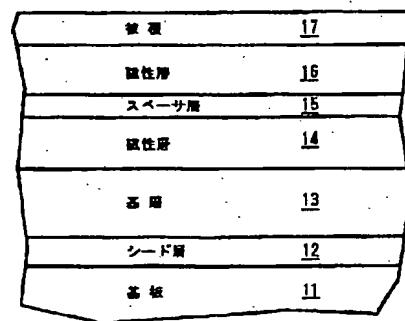
(8)

特開平11-73621

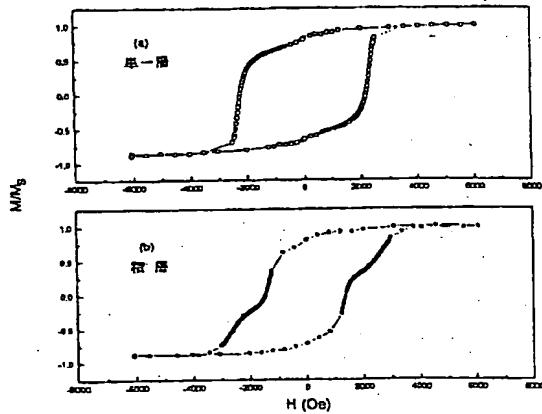
【図1】



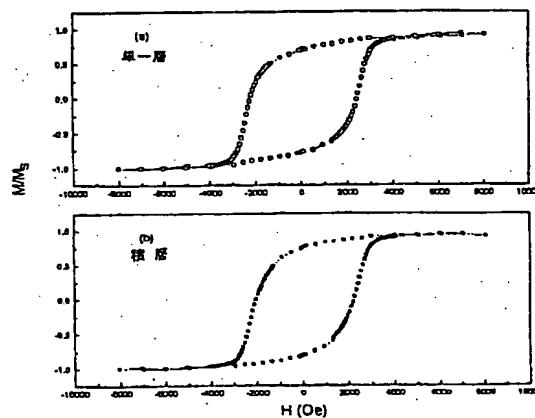
【図2】



【図3】



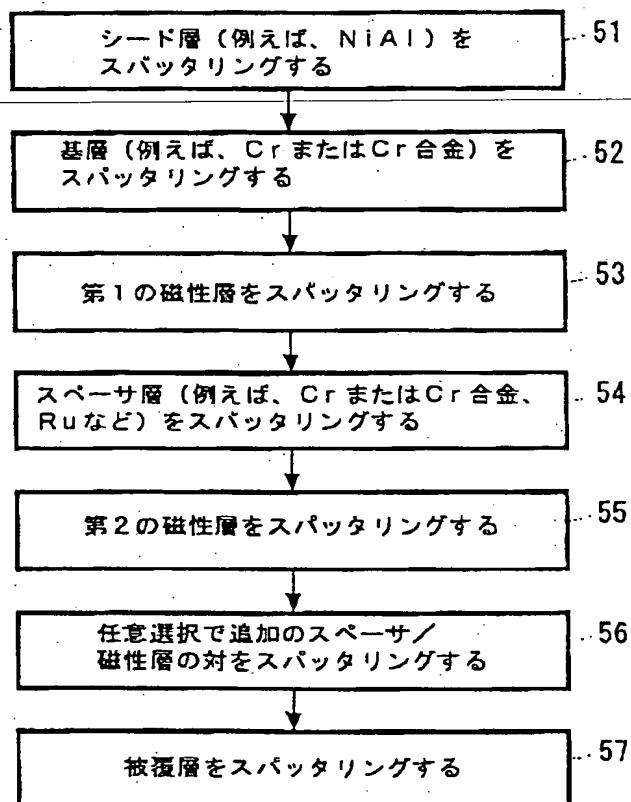
【図4】



(9)

特開平11-73621

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 メアリー・フランシス・デーナー  
 アメリカ合衆国95062 カリフォルニア州  
 サンタクルーズ フォレスト・アベニュー

(72)発明者 モハンマド・タギー・ミールザマーニー<sup>1</sup>  
 アメリカ合衆国95120 カリフォルニア州  
 サンノゼ ロッジウッド・コート 782

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**